



Departamento de Engenharia Electrotécnica

REDES INTEGRADAS DE TELECOMUNICAÇÕES I

2011 / 2012

Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica
e de Computadores

4º ano

7º semestre

Configuração de routers Cisco utilizando IOS

Hugo Renato Afonso Azevedo

Tiago Macara Duarte

Luís Bernardo

Índice

Índice.....	2
CISCO IOS.....	3
A.1 Estabelecer ligação com o dispositivo	3
A.2 Comandos básicos.....	4
A.3 Cópia do IOS.....	5
A.4 Interfaces.....	6
A.5 Encaminhamento.....	8
A.5.1 RIP	8
A.5.2 IGRP.....	9
A.5.3 EIGRP	10
A.5.4 OSPF	11
A.5.5 Rotas estáticas	12
Referências	13

CISCO IOS

A Cisco criou um sistema operativo standard para todos os seus produtos que possam ser configuráveis, desde *routers*, a *switches* ou mesmo *firewalls*. Este sistema operativo denominado por *Internetwork Operating System*, IOS, permite que a maior parte dos produtos de rede da Cisco possam ser configuráveis através da mesma interface, utilizando as mesmas técnicas de configuração.

Como se pode imaginar, existem inúmeras configurações possíveis a ser utilizadas pelos dispositivos da rede. Neste sentido torna-se importante esquematizar as configurações mais utilizadas. Este documento tem como objectivo resumir alguns comandos importantes e que são suficientes para configurar um *router* e um *switch*. É de notar que foi utilizada a versão de IOS 12.2(6), pelo que com outras versões de IOS os comandos podem ser ligeiramente diferentes. Para um visão mais profunda do IOS sugere-se a leitura dos documentos em [Cisco], ou do livro [Jam02].

A.1 Estabelecer ligação com o dispositivo

Para estabelecer comunicação com o *router*, liga-se a porta da consola do *router* à porta série do computador. Depois, por exemplo, através de um programa como o HyperTerminal (que vinha no Windows XP) ou o TeraTerm, cria-se uma ligação com os seguintes parâmetros:

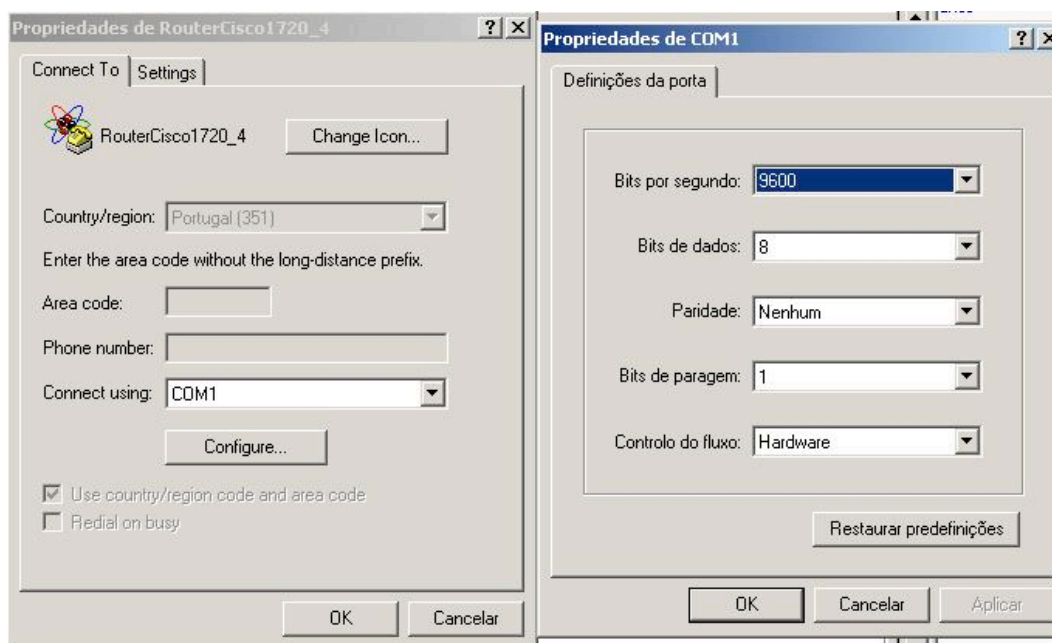


Figura 0.1: Configuração da ligação com o router através da porta série

Em Linux pode ser utilizado o *Call Unit*, que através do comando **cu -l /dev/ttyS0** se estabelece uma ligação com o *router*.

A.2 Comandos básicos

Alguns sistemas operativos pedem logo ao princípio uma palavra-chave para se entrar no modo simples.

User Access Verification

Password:

Cisco1720_4>

Para se ver quais as opções que existem, depois de entrar no modo simples:

Cisco1720_4> ?

Como resultado desta operação é devolvido uma lista dos comandos possíveis.

Para completar um comando utiliza-se a tecla TAB, como se utiliza em Linux.

Depois de escolher um comando, pode-se voltar a utilizar o ponto de interrogação para saber as opções do comando escolhido.

Para entrar no modo privilegiado utiliza-se o comando **enable**, onde posteriormente o utilizador terá que introduzir a palavra-chave do administrador.

Cisco1720_4> enable

Password:

Cisco1720_4#

Para se entrar em modo de configuração é necessário estar em modo privilegiado e utilizar o comando **configure terminal**.

Cisco1720_4#configure terminal

Enter configuration commands, one per line. End with Ctrl-Z

Cisco1720_4(config)#

Para sair do modo de configuração basta utilizar o comando **exit** e para sair do modo privilegiado utilizar o comando **disable**.

O comando **show** tem inúmeras opções, que permitem visionar todo o tipo de configurações, ligações, estados das interfaces, etc. De seguida são apresentados alguns casos que podem ser úteis:

show running-config – mostra a configuração que está a correr no momento.

show startup-config – mostra a configuração de arranque (pode ser igual ou não à running-config).

show interface interfaces – mostra a configuração da interface, por exemplo, **Serial 0** ou **FastEthernet 0**.

show version – mostra a versão de IOS, e outras aspectos, como o tipo de *router*, o ficheiro de imagem do sistema, entre muitas outras coisas.

show ip route – mostra a informação de que é utilizada para fazer o encaminhamento dos pacotes.

A.3 Cópia do IOS

Como qualquer sistema operativo, o Cisco IOS pode ser sujeito a um upgrade. Além disso pode haver necessidade de fazer um *backup* do sistema. Neste sub-capítulo vai ser descrito como isso será feito.

Quando o sistema é inicializado, toma a configuração que está no ficheiro **startup-config**. Depois da inicialização, todas as mudanças que se fizer na configuração vão afectar apenas o ficheiro **running-config**. Se o utilizador pretende gravar a configuração, para que quando o dispositivo for desligado a configuração se mantenha, deverá copiar a **running-config** para a **startup-config**.

```
Cisco1720_4#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
Cisco1720_4#
```

De notar que quando o sistema é inicializado o ficheiro de **running-config** é igual ao ficheiro **startup-config**.

Como segurança do administrador de rede convém fazer uma cópia do **startup-config** para um disco amovível. Para isso é necessário ligar um servidor de tftp no computador. Depois de ter um servidor tftp devidamente configurado, basta:

```
Cisco1720_4#copy flash tftp
Source file name []? c1700-k8sy-mz.122-6.bin
```

```

Address or name of remote host []? 172.16.4.8
Destination filename [c1700-k8sy-mz.122-6.bin]?
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
5268404 bytes copied in 34.572 secs (154953 bytes/sec)
Cisco1720_4#

```

De forma análoga pode-se transferir dados do servidor tftp para a memória *flash*. De notar que para se poder escrever na *flash* é necessário dar permissão para isso:

```

Cisco1720_4#config terminal
Cisco1720_4(config)#config-reg 0x2101
Cisco1720_4(config)#exit
Cisco1720_4#reload

```

Para voltar a proteger a *flash* utiliza-se o valor 0x2102.

A.4 Interfaces

Para se configurar uma interface, tem-se que estar no modo privilegiado e entrar no modo de configuração. Depois de entrar no modo de configuração de uma interface através do comando **interface interfaces**, onde **interfaces** poderá representar **FastEthernet 0**, **Serial 0**, **Serial 1**, conforme a interface que se deseja configurar:

```

Cisco1720_4(config)#interface Serial 0
Cisco1720_4(config-if)#

```

Dentro do menu correspondente à interface que se pretende configurar, existem inúmeras opções de configuração, onde mais uma vez só serão apresentadas as mais importantes e que são suficientes para activar a interface.

Neste sentido para ligar a interface existe o comando **no shutdown**.

```

Cisco1720_4(config-if)#no shutdown
Cisco1720_4(config-if)#

```

É de notar que o comando **no** é utilizado para negar o comando que o segue, no caso anterior era para negar o comando **shutdown**, logo era para ligar a interface.

Para escolher a largura de banda da interface existe o **comando bandwidth valor**. Note-se que este valor da largura de banda serve apenas para o algoritmo de encaminhamento saber qual a largura de banda de cada interface, pois não é a verdadeira largura de banda da interface.

```
Cisco1720_4(config-if)#bandwidth 10000000
Cisco1720_4(config-if)#
```

Para cada par de interfaces está associado uma frequência, *clock rate*, e essa frequência é imposta pela ligação DCE. Por exemplo se a interface Serial 1 tiver uma ligação DCE, então ter-se-á que configurar a interface Serial 1 com uma frequência x e a outra ponta da ligação, DTE, estará ligado uma interface que não será necessário configurar o *clock rate*, aliás, não se pode configurar!

```
Cisco1720_4(config)#interface serial 1
Cisco1720_4(config-if)#clock rate 2000000
Cisco1720_4(config-if)#
```



Figura 0.2: Ligação DCE/DTE

Outra configuração importante a ter conta em cada par de interfaces é o encapsulamento. Cada par de interfaces ligado por um cabo série, DCE/DTE, terá que ter o mesmo protocolo de encapsulamento, PPP, HDLC, x.25 ou outro. Neste sentido, para cada par de interfaces directamente ligados executa-se o mesmo comando de encapsulamento **encapsulation protocolo**. Supondo que o **serial 0** do *router* três está directamente ligado ao **serial 1** do *router* quatro, então as linhas de configuração serão as seguintes:

Router 1

```
Cisco1720_1(config)#interface serial 1
Cisco1720_1(config-if)#encapsulation HDLC
Cisco1720_1(config-if)#
```

Router 2

```
Cisco1720_2(config)#interface serial 0
Cisco1720_2(config-if)#encapsulation HDLC
Cisco1720_2(config-if)#
```

Para atribuir um endereço ip à interface utiliza-se o comando **ip address A.B.C.D AM.BM.CM.DM**, onde **A.B.C.D** será o endereço que se pretende atribuir à interface e **AM.BM.CM.DM** será a mascara da rede:

```
Cisco1720_1(config)#interface serial 0
Cisco1720_1(config-if)#ip address 172.16.5.1 255.255.255.0
Cisco1720_1(config-if)#
```

A.5 Encaminhamento

Este capítulo é exclusivamente alusivo aos *routers*, visto que são os aparelhos de uma rede que fazem encaminhamento.

Para que um *router* possa fazer encaminhamento tem que saber para onde encaminhar os pacotes. Neste sentido existem protocolos que ajudam o *router* a executar esta tarefa, são os chamados algoritmos de encaminhamento. Estes algoritmos estão divididos em dois grandes blocos, os algoritmos de encaminhamento exterior (*Exterior Gateway Protocol* - EGP) e os algoritmos de encaminhamento interior (*Interior Gateway Protocol* - IGP). Neste documento só serão focados alguns algoritmos de encaminhamento interior. Para que numa rede os algoritmos de encaminhamento funcionem, é necessário que todos os *routers* estejam configurados com o mesmo algoritmo, caso contrário tem-se que delimitar áreas, onde em cada área utiliza-se o mesmo algoritmo. Neste caso, para fazer a troca de informação entre áreas utiliza-se um *router* que faça a passagem entre áreas. De seguida serão explicados alguns algoritmos de encaminhamento, quais as principais características e como configurá-los através do Cisco IOS.

A.5.1 RIP

Routing Information Protocol (RIP) [RFC1723] é o algoritmo mais antigo que é utilizado nos dias de hoje. Mesmo assim é utilizado por um grande número de *routers* por ser de simples configuração. Mas por outro lado é um algoritmo com algumas limitações a nível de encaminhamento, pois só utiliza uma métrica, baseada no

número de *hops*. Neste sentido pode ser bastante limitado no caso da mesma rede ter ligações com velocidades diferentes entre si.

Outra limitação deste algoritmo de encaminhamento é que converge muito lentamente quando acontece uma falha de ligação entre routers. Existe o problema da convergência para o infinito ([CNET01], pag.322/326).

Para redes de pequena escala este método pode funcionar, mas para redes com muito tráfego e de maiores dimensões esta troca de pacotes pode congestionar ainda mais a rede. Ainda outra desvantagem do RIP é que não suporta máscaras de sub-rede de dimensão variável, o que faz com que sejam desperdiçados endereços IP.

Para configurar este algoritmo é necessário entrar em modo de configuração e em seguida fazer **router rip** para que o algoritmo fique activo:

```
Cisco1720_4(config)#router rip
Cisco1720_4(config-router)#
```

Em seguida basta configurar cada rede à qual o *router* deverá fazer encaminhamento com o comando **network A.B.C.D**, onde **A.B.C.D** será o endereço da rede que se pretende fazer encaminhamento:

```
Cisco1720_4(config-router)#network 172.16.0.0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.1.0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.3.0
Cisco1720_4(config-router)#
```

A.5.2 IGRP

Este algoritmo, denominado de *Interior Gateway Routing Protocol*, IGRP, é um algoritmo baseado no vector distância, utilizando como métrica o número de *hops* em conjunto com a largura de banda de cada ligação. Por outro lado, em comparação com o protocolo anterior, RIP, este protocolo têm uma melhor convergência o que significa poupança de tempo e na estabilidade do algoritmo. Por outro lado ainda apresenta a desvantagem de ser necessário difundir na rede toda a tabela de encaminhamento de tempo em tempo. Em contrapartida este algoritmo é relativamente mais difícil de configurar do que o RIP, não suporta VLSM (*Variable Length Subnet Mask*) e só pode ser utilizado em redes CISCO, pois é um algoritmo que pertence à CISCO.

Para configurar este algoritmo é suficiente seguir os passos que serão descritos a seguir:

1. Activar o algoritmo de encaminhamento IGRP

```
Cisco1720_4(config)#router igrp 101
Cisco1720_4(config-router)#
```

2. Definir quais as redes em que se vai fazer encaminhamento

```
Cisco1720_4(config-router)#network 172.16.0.0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.1.0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.3.0
Cisco1720_4(config-router)#
```

3. Definir uma largura de banda máxima para cada interface, com a excepção da interface Ethernet pois o *router* atribui um valor por defeito para esta interface. Esta largura de banda é utilizada para o algoritmo poder calcular o melhor destino tendo em conta a largura de banda.

```
Cisco1720_4(config)#interface serial 1
Cisco1720_4(config-if)#bandwidth 125
Cisco1720_4(config-if)#exit
Cisco1720_4(config)#interface serial 0
Cisco1720_4(config-if)#bandwidth 125
Cisco1720_4(config-if)#
```

A.5.3 EIGRP

Este algoritmo é uma extensão ao IGRP, tendo por isso a denominação de *Enhanced Gateway Routing Protocol*. Sendo um melhoramento ao algoritmo que lhe deu origem, este já suporta VLSM. Este algoritmo vê melhorado o modo como converge, no sentido que tem uma máquina de estados que é capaz de eliminar os ciclos que ainda podiam existir no IGRP. Este protocolo também é capaz de descobrir os vizinhos e também vê incrementada a sua escala.

Este protocolo tem ainda a vantagem de não ser mais complicado de configurar do que o IGRP como se pode ver de seguida:

1. Activar o algoritmo de encaminhamento EIGRP

```
Cisco1720_4(config)#router eigrp 101
Cisco1720_4(config-router)#
```

2. Definir quais as redes em que se vai fazer encaminhamento

```
Cisco1720_4(config-router)#network 172.16.0.0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.1.0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.3.0
Cisco1720_4(config-router)#
```

3. Definir uma largura de banda máxima para cada interface, com a exceção da interface Ethernet

```
Cisco1720_4(config)#interface serial 1
Cisco1720_4(config-if)#bandwidth 125
Cisco1720_4(config-if)#exit
Cisco1720_4(config)#interface serial 0
Cisco1720_4(config-if)#bandwidth 125
Cisco1720_4(config-if)#
```

A.5.4 OSPF

Open Shortest Path First, OSPF, é o algoritmo mais complexo dos apresentados e tem um algoritmo baseado no protocolo estado de linha ([TAN11], pag.366/475). É um algoritmo que pode ser utilizado em larga escala, pois obriga a utilização de áreas, conjuntos de *router*. Obrigatoriamente tem que existir uma área 0, *backbone*, onde a partir daí podem-se juntar outras áreas. Isto tem a vantagem de se escalonar bastante bem a rede, com a desvantagem de introduzir alguma complexidade. Neste sentido deve ser utilizado quando a rede tem dimensões que o justifiquem. No entanto para pequenas redes também pode ser utilizado, com uma configuração simples. Quando é utilizado em redes de grandes dimensões deve-se ter o cuidado de não ter áreas muito grandes (menos de cinquenta *routers* ou cem interfaces), pois como é um algoritmo complexo, tende a ser um pouco pesado para os CPUs quando na sua área existem muitos *routers*.

Este algoritmo tem ainda a vantagem de ser standard, e por isso pode ser utilizado por qualquer marca de *routers*, e não apenas pelos da CISCO. Tem todas as características do EIGRP incluindo a característica de utilizar a largura de banda de cada troço para fazer encaminhamento. Converte bastante rápido quando da alteração repentina na topologia da rede e suporta VLSM.

Para configurar o *router* a utilizar este algoritmo de encaminhamento, deve-se utilizar o comando **router ospf n_processo**, onde **n_processo** é o número do

processo associado com o encaminhamento, tal como existia nos protocolos IGRP e EIGRP.

```
Cisco1720_1(config)#router ospf 100
Cisco1720_1(config-router)#
```

Para definir as redes a utilizar pelo algoritmo utiliza-se novamente o comando **network A.B.C.D E.F.G.H area n_area**, onde **A.B.C.D** é a rede que se pretende inserir o *router*, **E.F.G.H** é o *wildcard* dessa rede e **n_area** é o número da área que se pretende inserir o *router*. Para a área do *backbone* é definida a área 0.

```
Cisco1720_4(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.255.255 area 0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.1.0 0.0.0.255 area 0
Cisco1720_4(config-router)#network 193.168.3.0 0.0.0.255 area 0
Cisco1720_4(config-router)#
```

Quando se pretende disseminar a rota por defeito de um router para os outros routers a correr OSPF é possível usar o comando **default-information originate**.

```
Cisco1720_4(config-router)#default-information originate
Cisco1720_4(config-router)#
```

Para configurar o *router* a utilizar este algoritmo de encaminhamento, deve-se utilizar o comando **router ospf n_processo**, onde **n_processo** é o número do processo associado com o encaminhamento, tal como existia nos protocolos IGRP e EIGRP.

A.5.5 Rotas estáticas

O IOS permite definir acrescentar rotas estáticas à tabela de encaminhamento, por exemplo para interligar a rede local a um router de entrada de outra entidade, que não está disposta a correr um protocolo de encaminhamento.

Para configurar rotas estáticas no *router*, deve-se utilizar o comando **ip route A.B.C.D E.F.G.H gwaddress**, onde **A.B.C.D** é um endereço de rede (ou 0.0.0.0 para encaminhamento por omissão), **E.F.G.H** é a máscara dessa rede, e **gwaddress** um endereço de um router, ou uma interface de rede (e.g. **FastEthernet 0**).

```
// default
Cisco1720_4(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.2.1
// rede
Cisco1720_4(config)#ip route 10.1.55.0 255.255.255.0 172.16.33.3
```

Referências

[Jam02] Boney, James, "*Cisco IOS in a Nutshell*", First Ed. O'Reilly & Associates, Inc., 2002;

[TAN11] Tanenbaum, Andrew S. and Wetheral, David J., "*Computer Networks*", Fifth Ed., Prentice-Hall International, Inc, 2011;

[CNET01] Kurose, James K. and Ross, Keith W., "Computer Networking, A top-down approach featuring the internet", Addison Wesley Longman, Inc, 2001;

[RFC1723] G. Malkin, "RIP Version 2 - Carrying Additional Information", novembro 1994;

[Cisco] Cisco IOS Release 12.2. <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/index.htm>